Recuperación de la Unidad III de la Central Hidroeléctrica Rincón del Bonete

Proyecto, Dirección y Ejecución: Ingenieros Juan Pedro Scaron y Ernesto Siva y Antuña y Roberto Rico

Colaboradores en el Laboratorio: Químico Orlando Etchandy, Enrique D'Ottone y Nicolás Balbi

Colaboradores en Rincón del Bonete: Ruben Arlotte, Horacio Nappias y Félix Rivero

Las inundaciones producidas en abril de 1959, dejaron fuera de servicio la Central Hidroeléctrica de Rincón del Bonete. Los trabajos de recuperación comenzaron a mediados del mes de mayo, tan pronto las circunstancias lo permitieron, alcanzando a todas las instalaciones afectadas. En particular, en lo que tiene relación con los alternadores, con fecha 20 de diciembre de 1959 la Comisión de Recuperación remitió al Laboratorio 4 bobinas del estator de la máquina II, desmantelada para rebobinar, a fin de que se investigaran las causas de falla de la aislación.

Esta unidad había sido tratada durante meses, según directivas establecidas por la fábrica, sin conseguir el éxito esperado.

El estudio fue rápidamente encarado. El Laboratorio había seguido con interés el proceso de secado en corto circuito, aconsejado por el fabricante, sin exceder 90°C., medidos por RTD (detectores emplazados dentro del estator). Luego de un examen prolijo de la aislación se tuvo la firme convicción de que era posible la recuperación, hipótesis confirmada más tarde con la puesta en servicio de la U. III.

A fin de ordenar este informe, lo dividiremos en las siguientes partes:

1º) — Ensayos en el Laboratorio.
2º) — Ensayos en la U. II de Rincón del Bonete.
3º) — Secado de la U III.
4º) — Pruebas de la máquina antes de la puesta en servicio.
5º) — Pruebas posteriores.
6º) — Conclusiones.

Debemos establecer que la inundación de la Central comenzó el día 21 de abril de 1959 y que el piso de la sala de máquinas quedó libre el 14 de mayo de 1959. Por consiguiente los 4 alternadores estuvieron sumergidos durante 25 días aproximadamente.

Como el nivel del agua fue bajando en forma lenta, quedó un depósito de lodo en todas las instalaciones, cubriendo el piso de la sala de máquinas con una capa de varios centímetros de espesor.

Las fotografías muestran distintos aspectos de la Central inundada y los daños causados sobre un banco de transformación para servicio propio, en el nivel de aguas abajo.

I. — ENSAYOS EN EL LABORATORIO

Descripción General.

La clase del aislante y su disposición, tienen vinculación tan estrecha con las condiciones térmicas existentes en la máquina, que no es posible considerarlas independientemente una de la otra.

Para cada clase de material aislante, existe una temperatura límite, más allá de la cual comienza y progresa rápidamente el deterioro, por lo que la temperatura máxima está impuesta por la naturaleza del aislante, y recíprocamente.

Las normas AIEE clasifican los materiales aislantes en 4 grupos, a 3 de los cuales asigna límites definidos de temperatura. La aislación de las bobinas estudiadas pertenece al grupo B y su temperatura límite según el fabricante es de 120°C.

La aislación contra tierra de las bobinas, está constituída por varias capas de cinta de mica aglomerada, arrolladas en hélice, dispuestas a solapa, teniendo como soporte mecánico una cinta exterior de fibra de vidrio, todo ligado mediante barniz especial aislante.

Cada bobina consta de 7 espiras aisladas entre sí con cinta de mica; las espiras están formadas por 6 cintas de cobre electrolítico recocido, de sección total rectangular de 90 mm² aproximadamente.

La aislación de mica, según algunos autores, es suficiente para eliminar el peligro del efecto corona, admitiendo que, máquinas así

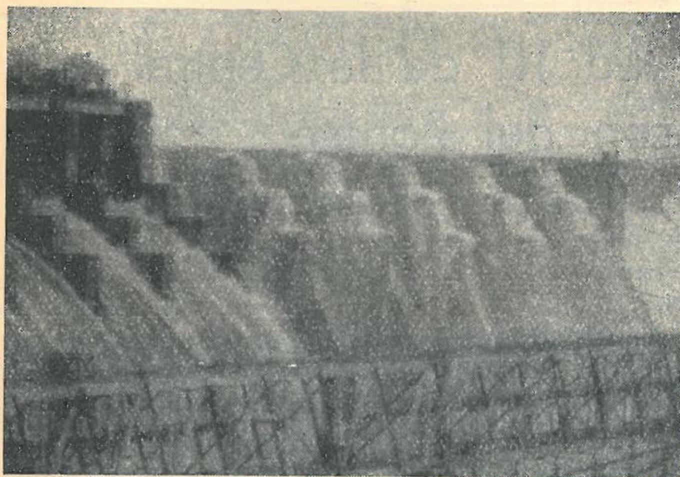


Foto Nº 1. - Parte de las compuertas totalmente abiertas, y el agua que desborda por encima del muro.

aisladas, están libres de este trastorno con tensiones de hasta 13 kV. contra tierra.

Para prevenir el efecto corona se debe mantener la densidad del flujo dieléctrico por debajo de un valor crítico, lo cual se consigue entre otras medidas, en nuestro caso, con pintura grafítica en los flancos de la bobina (zona de la bobina en contacto con las ranuras).

La aislación de los flancos es confeccionada a máquina; la de las cabezas es arrollada a mano por lo que la aislación en esta zona

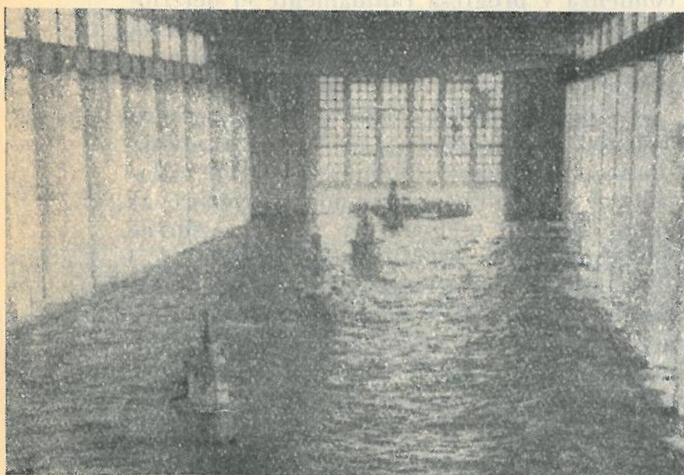


Foto Nº 2. - La sala de máquinas inundada; únicamente las excitatrices piloto de los 4 alternadores asoman sobre el nivel del agua. En el plano superior puede apreciarse una de las 2 grúas puente de la Central.

es menos compacta, con más posibilidades de alojar el agua después de una inmersión.

Ensayos de la aislación tal como vino.

La aislación fue examinada detenidamente verificándose que estaba físicamente en buenas condiciones. No obstante, ensayos de tensión realizados sobre las 4 bobinas, con los flancos encintados adecuadamente con papel de aluminio, simulando las condiciones de ubicación en la ranura, no permitieron en ningún caso superar 7000 V.C.A. - 50 c/s. No hubo perforación, pero las corrientes de fuga tomaron valores excesivos por formación de vías conductoras.

Examen químico.

El examen de la aislación en la Sección Química del Laboratorio, a partir de un muestreo racional, permitió establecer que en cada bobina había aproximadamente 30 gr. de agua, de los cuales la mitad estaban alojados en la cabeza inferior y el resto se encontraba distribuído más o menos uniformemente sobre las demás partes de la bobina.

El agua presentaba reacción netamente ácida, pero no se constató la presencia de cobre disuelto. Además el examen del cobre no evidenció corrosión.

Secado.

El defecto de la aislación radicaba evidentemente en el agua incluída. Dada la constitución del aislante y el tiempo que se le había mantenido a 90ºC. durante el intento de secado de la U. II, de donde procedían las bobinas en ensayo, sin poder eliminar el agua, se consideró lógico elevar la temperatura del cobre y estudiar sus efectos por encima de aquel límite.

A fin de establecer valores de intensidad de corriente y límites de calentamiento, debieron tenerse en cuenta las condiciones nominales de funcionamiento de la máquina, así como el esquema de sus arrollamientos.

Las condiciones nominales son:

32.000 KVA — 13.8 kV — 1340 A. — FP 0.95 — 50 c/s. — 125 r.p.m.

Temperatura en los arrollamientos, sobre ambiente, 60ºC., operando en forma continua, en las condiciones nominales. La máquina admite 15% de sobrecarga permanente con calentamiento máximo, 80ºC. y un máximo absoluto de 130ºC. (La Norma AIEE Nº 43, abril 1950, para aislación Clase B admite una temperatura máxima de 130ºC.). Los calentamientos en ejercicio se entienden medi-

dos con RTD y sobre una temperatura máxima del aire ambiente de 40°C. (aire recirculado de enfriamiento). Las medidas de temperatura se efectúan mediante detectores del tipo resistencia emplazados dentro del estator, conectados a registradores Micromax de puente Wheatstone.

El arrollamiento del estator, del tipo abierto, consta de 378 bobinas, 2 por ranura, 126 por fase. Cada fase está formada por 6 grupos en paralelo, de 21 bobinas en serie, es decir, que la intensidad nominal en una bobina es de 1340/6 = 220 A. La densidad de corriente en estas condiciones es aproximadamente de 2.4 A/mm².

Para realizar el calentamiento en el Laboratorio, empleamos un transformador capaz de suministrar 320 A. bajo 15 V. aproximadamente, que permitía tratar sólo una bobina por vez. Mediante este transformador, se comenzó con una intensidad de 150 A. hasta alcanzar el régimen térmico. Luego la corriente fue elevada muy lentamente tratando de evitar la evaporación violenta. Se verificó que el secado completo no se obtenía hasta alcanzar 300-310 A. con una temperatura final de aproximadamente 110°C. en la cabeza inferior, lo que hace, de acuerdo a AIEE, que la temperatura en el punto más caliente fuera aproximadamente de 125°C. La temperatura se tomó con termómetros convenientemente dispuestos sobre la aislación. Como se observa fue necesario alcanzar densidades de corriente del orden de 3,4 A/mm².

Una vez evaporada el agua fue preciso disminuir la intensidad a 240 A. para mantener el equilibrio térmico en las condiciones ambientes, con una temperatura de 108-110°C. medida en la superficie.

El proceso total que insumió casi 24 horas, se realizó lentamente para evitar el aumento repentino de la tensión de vapor. Téngase presente que esta tensión, que es de 1,2 k/cm², para 104°C., pasa a 2 k/cm² para 120°C., vale decir, que a pequeños aumentos de temperatura corresponden grandes incrementos de la presión. Durante el proceso, se observó hipertrofia moderada de la aislación, principalmente en las cabezas.

Examinada nuevamente la aislación a la temperatura ambiente después de seca, no se observaron variaciones sustanciales respecto a su estado físico inicial.

Otras variantes ensayadas en el secado, tales como practicar una ranura en la cabeza inferior de las bobinas para favorecer la salida del vapor, o también mediante orificios en la aislación conectados a bomba de vacío, etc., fueron desechadas por considerar que su ulterior aplicación era muy poco práctica.

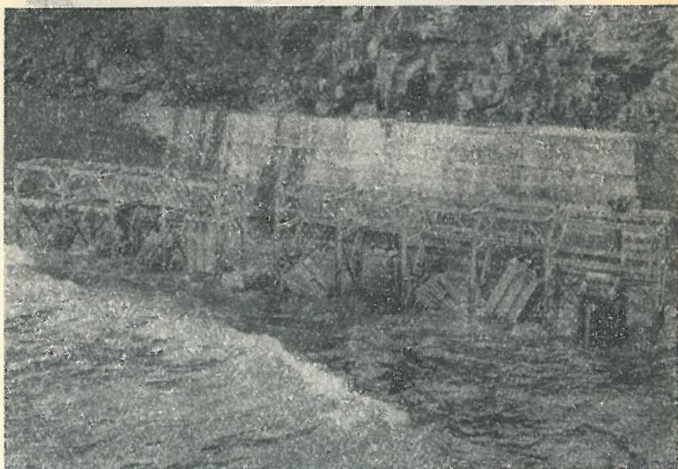


Foto Nº 3. - El banco de transformadores para servicio propio, completamente destruído por las aguas.

Pruebas de tensión después del secado.

Los ensayos de rigidez dieléctrica se realizaron a 80°C, aplicando 30 kV. — 50 c/s. — 1 minuto, luego a 40°C. con 25 kV. En ambos casos las muestras soportaron las pruebas y las corrientes de fuga medidas bajo 25 kV., estuvieron comprendidas entre 25 y 30 m.A., valores considerados admisibles.

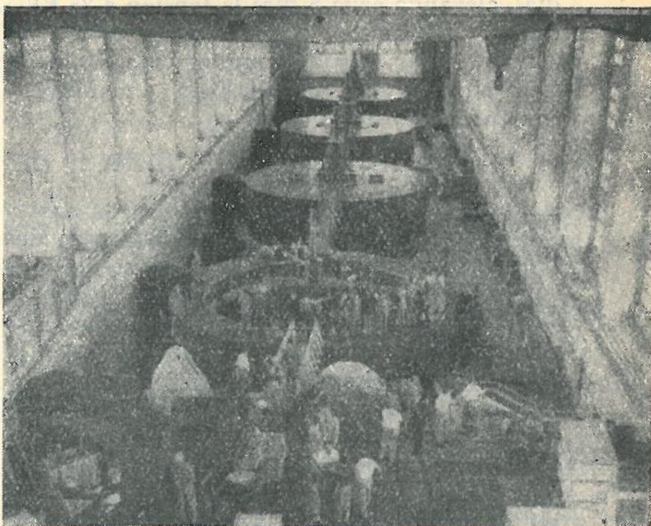


Foto Nº 4. - La sala de máquinas durante el proceso de recuperación de la Central con la U. I desmontada.

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE INGENIERIA Y AGRIMENSURA
BIBLIOTECA

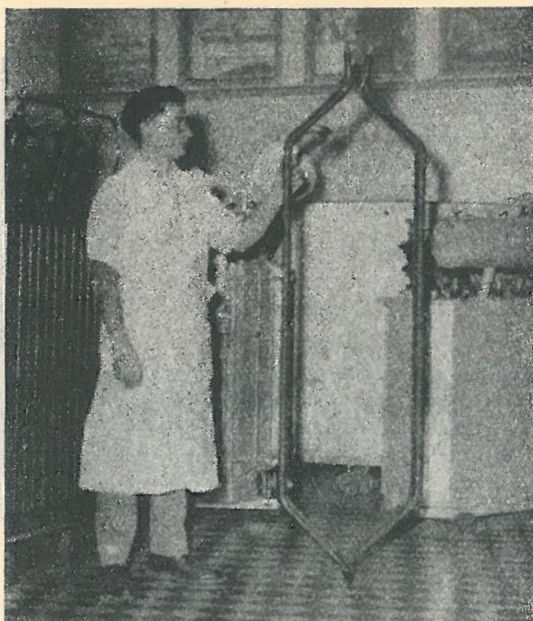


Foto Nº 5. - Una de las bobinas del estator de la U. II remitidas al Laboratorio UTE. Sobre estas bobinas se realizaron los estudios que condujeron el secado de la U. III.

A esta altura creímos que convenía seguir los ensayos en condiciones más próximas a la realidad. Con ese fin se obtuvo autorización para secar un grupo de bobinas aún no desmontadas de la U. II.

Paralelamente en el Laboratorio se consideró de interés someter 2 de las bobinas secas, a 15 kV. — 50 c/s. por un período de 20 días, elevando cada 5 días la tensión a 25 kV. durante 1 minuto.

Esta prueba resultó ampliamente satisfactoria pues las corrientes de fuga se mantuvieron entre 25 y 30 mA.

II. — ENSAYOS EN LA UNIDAD II DE RINCON DEL BONETE

Las pruebas comenzaron el 8 de enero de 1960; para alimentación se dispuso de un equipo de c.c. de soldadura de 25 kW. — 500 A. No se contó con un amperímetro adecuado para controlar la corriente, por lo que al tratar un primer grupo de 4 bobinas en serie, el proceso fue muy rápido, la producción de vapor muy violenta y la deformación de las cabezas exagerada, a pesar de que en las mismas la temperatura no excedió de 110°C.

El secado se realizó en pocas horas pero una vez alcanzado se continuó el calentamiento a 110°C. hasta completar en total 24 horas.

Las pruebas de rigidez dieléctrica bajo 30 kV. — 50 c/s. — 1 minuto, fueron soportadas por 3 bobinas; la cuarta perforó al medio minuto.

Este ensayo con las bobinas ubicadas en las ranuras, si bien no satisfizo totalmente porque fue mal conducido, sirvió para eliminar el temor que se tenía de rotura de la aislación a la salida de las ranuras, zona donde se produce un cambio brusco de una parte donde la deformación está prácticamente impedida, a otra donde es libre.

El 12 de enero se realizó un nuevo ensayo sobre otras 11 bobinas de la misma máquina. En esta oportunidad la intensidad de corriente pudo ser controlada debidamente, aumentando en forma escalonada hasta llegar a 300 A. en 24 horas, completándose el secado en 36 horas.

La hipertrofia en este caso no fue exagerada y una prueba de tensión bajo 20 kV — 50 c/s. — 1 minuto, fue soportada por todas las bobinas; además a 5 de ellas tomadas al azar, se les aplicó luego 30 kV. durante 1 minuto sin constatar anormalidades.

III. — SECADO DE LA UNIDAD III

Generalidades.

Sorteada la nueva etapa experimental se obtuvo autorización para intentar el secado de la U. III, comenzando la preparación de la máquina el día 26 de enero. Al tratar de aplicar la experiencia realizada se tropezó con serias dificultades debidas a las distintas variables que intervenían en el problema (histéresis, Foucault, frotamiento, ventilación).

Todos los ensayos, tanto en el Laboratorio, como en la U. II, se realizaron con inyección de corriente en un medio de ventilación natural y en un tiempo relativamente corto, y sin dificultades respecto a calentamiento de cojinetes.

Como no se disponía de un equipo de c.c. de capacidad adecuada para inyección de corriente, fue preciso realizar el calentamiento con la máquina girando en cortocircuito, a la velocidad nominal.

Las condiciones variaron fundamentalmente por efecto de la ventilación del rotor. A 125 r.p.m. la velocidad periférica es de aproximadamente 170 km/h. y el aire activado por las paletas de ventilación hace que la temperatura en las cabezas de las bobinas, expuestas al aire, sea varios grados inferior a la de los flancos protegidos por la armadura. Por ello,

al finalizar el secado fue necesario medir la temperatura con termómetros dispuestos en las cabezas y no las indicadas por los RTD.

Por otra parte, los flancos, con menor cantidad de agua y a una mayor temperatura, completan su secado en menos tiempo, siendo las cabezas inferiores la zona más peligrosa por su mayor contenido de agua.

Además fue fundamental obtener una densidad de corriente de 3,4 A/mm^2, para que el efecto Joule fuera suficiente, lo que significó una intensidad en la máquina de 1850 A. por fase. Esta densidad prevista en los ensayos de Laboratorio, fue confirmada en la U. III.

Proceso de secado.

El proceso de secado se completó en 6 ciclos de calentamiento realizados en la forma siguiente:

Previa limpieza con nafta de las partes accesibles de las bobinas, se calentó lentamente la máquina hasta alcanzar 90°C. por RTD, manteniendo esta temperatura 24 horas; luego se aumentó la corriente gradualmente de modo de conseguir un aumento de temperatura de aproximadamente 1°C/12 h. hasta alcanzar 100°C.

El proceso se aceleró luego a razón de 3°C/24 h. hasta llegar a 120°C., temperatura que se mantuvo 48 h. Se completó así el 1er. ciclo. Luego se detuvo la máquina dejándola enfriar hasta 40°C. para realizar pruebas de alta tensión bajo 25 kV. — c.c. — 1 minuto, de cada fase contra las otras dos a tierra.

Estas pruebas no fueron satisfactorias. Sólo la fase A soportó 25 kV., con absorción elevada de corriente (7.5 mA); en las otras 2 fases se alcanzó a 12 kV. con absorción exagerada (10 mA). En ningún caso hubo perforación; las tensiones pudieron restablecerse.

Se decidió continuar el proceso con otro ciclo de calentamiento, aumentando nuevamente la temperatura, en forma lenta para permitir que la evaporación del agua se hiciera lo más suave posible, de modo que la aislación no sufriera deformaciones o deterioros por una elevada tensión de vapor.

Luego de este 2º ciclo se realizó una nueva prueba de alta tensión con c.c. obteniéndose los siguientes resultados:

fase A — soportó 25 kV. — 1 minuto, con una absorción de 3.5 mA.

fase B — soportó hasta 17 kV., con un consumo que excedió de 10 mA.

fase C — aproximadamente igual a la fase B.

Con estos resultados se pudo apreciar que las 3 fases presentaban mejoras, siendo la de la fase A, la más notable. En consecuencia se decidió realizar un tercer ciclo de secado, análogo a los anteriores, seguido de la correspondiente prueba de alta tensión.

Finalizado el mismo se comprobó que la aislación de la máquina no había mejorado con respecto al segundo ciclo.

Esto nos obligó a analizar nuevamente la incidencia de los diversos parámetros que regían el proceso de secado, a los efectos de determinar las razones de por qué en la máquina no se podían lograr los resultados obtenidos en las bobinas secadas en el Laboratorio y en la U. II.

Este nuevo estudio de posibilidades nos llevó a retirar las palas de ventilación del rotor, actuando además sobre los enfriadores. Con tales modificaciones, la velocidad del aire dentro de la máquina disminuyó considerablemente, pero hizo más difícil mantener la temperatura admisible en los cojinetes.

Por tanto, al comenzar un nuevo ciclo en estas condiciones, se refrigeró al máximo el aceite de lubricación de los cojinetes, manteniendo los enfriadores de aceite a plena capacidad. La temperatura se continuó midiendo por RTD.

Una vez realizado el 4º ciclo de secado se hizo la correspondiente prueba de alta tensión y se observó que las corrientes de fuga habían disminuído considerablemente. La fase A se consideró recuperada, no así las fases B y C, cuyas corrientes de absorción todavía eran elevadas.

Se procedió entonces al 5º ciclo de calentamiento, sin exceder la temperatura de 105°C. en la cabeza inferior, medida ahora por termómetro.

La correspondiente prueba de alta tensión demostró que la fase A se mantenía igual y que las fases B y C no habían mejorado.

Estudiado y discutido el problema, se llegó a la conclusión de que la máquina estaba en realidad seca y que el defecto radicaba en la aislación de las fases B y C contra tierra, o entre sí.

Como la ubicación de la falla implicaba la destrucción de la aislación en el lugar donde ésta se localiza, decidimos previamente realizar un último ciclo de secado (el 6º), siempre a 105°C., que fue muy breve, pero que daba una seguridad más respecto a que el agua había sido eliminada.

Una vez terminado dicho ciclo se dispuso realizar un ensayo de alta tensión para pro-

vocar la perforación del aislante, a fin de localizar la falla.

La prueba evidenció que las 378 bobinas estaban bien; el defecto radicaba en una pequeña zona de los anillos colectores de las fases B y C entre sí.

Se procedió a la reparación de esta parte, lo que fue relativamente fácil y se hizo una nueva prueba de alta tensión.

Esta prueba fue satisfactoria y definitiva, por cuanto las resistencias de aislación obtenidas a 40°C. fueron de 80, 100 y 120 MΩ bajo 25 kV. c.c. — 1 minuto, para las fases A, B y C respectivamente. Estos valores excedieron ampliamente el mínimo de 15 MΩ exigido por la fábrica bajo las mismas condiciones.

La bobina Nº 66, fase C, cuya aislación en la cabeza inferior no inspiraba confianza, pero que había soportado la prueba de alta tensión, fue abierta, previo estudio de que su eliminación no introducía riesgo alguno para el funcionamiento del alternador.

IV. — PRUEBAS DE LA MAQUINA ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO

Ensayos de tensión.

Los ensayos de alta tensión realizados precedentemente no se estimaron suficientes para aconsejar la puesta en servicio de la Unidad III.

Se decidió entonces realizar dos ensayos adicionales de tensión, uno para probar la aislación contra tierra y otro para verificar la aislación entre espiras.

a) Mediante un transformador trifásico de 15000/220V — 200 kVA. — 50 c/s. alimentado por un grupo Diesel, se mantuvo el estator bajo 15 kV. durante 4 días. La corriente absorbida del lado de baja, fue de 40 A. por fase, lo que hace una corriente de pérdida contra tierra, por bobina, de aproximadamente 5 mA., valor ampliamente satisfactorio.

b) Con la máquina en marcha, a la velocidad nominal, se excitó en vacío hasta 14.5 kV., manteniendo esta tensión durante 30 minutos.

Inmediatamente se desexcitó y se aumentó la velocidad hasta 1.1 veces la nominal, excitándose luego nuevamente hasta alcanzar la tensión de 16 kV. que fue mantenida durante 10 minutos.

La máquina soportó normalmente estas pruebas.

Preparación para la puesta en servicio.

Luego de procederse a un lavado del estator con tetracloruro de carbono para eliminar el aceite presente, se efectuó un barnizado de las partes accesibles de las bobinas. Finalmente se restituyeron los deflectores y palas de ventilación.

A esta altura se consideró que la unidad III estaba en condiciones de entrar en servicio, posición que fue sostenida ante la Comisión de Recuperación de Rincón del Bonete, la que se decidió finalmente en ese sentido. La unidad entró en servicio el 26 de marzo a los sesenta días de iniciados los trabajos.

A requerimiento de la Comisión de Recuperación, el Laboratorio fijó las siguientes condiciones iniciales de ejercicio para la U. III:

1º) Temperatura máxima medida por RTD: 65°C.

2º) Potencia máxima permanente: 25 MW.

3º) Potencia mínima: 15 MW.

4º) F. de p. bajo cualquier carga: 1.

5º) Tensión de tierra: la correspondiente al ejercicio normal de la máquina.

6º) Anotación de la temperatura y de la tensión de tierra cada 15 minutos.

V. — PRUEBAS POSTERIORES

No obstante las severas pruebas a que fue sometida la máquina antes de entrar en servicio, y a pesar de su funcionamiento completamente normal, creímos conveniente realizar ensayos de aislación a intervalos no menores de 30 días, para seguir el proceso de esta aislación envejecida en forma acelerada y prever, de ser posible, alguna conclusión respecto a su comportamiento.

Siguiendo este criterio, con fecha 10 de abril de 1960, se realizó una medida de índice de polarización bajo 500 V.c.c. obteniéndose un valor superior a 3.

En la prueba de aislación de las 3 fases contra tierra, bajo 15 kV.c.c., la corriente total absorbida al cabo de 1 minuto fue de 120 microamperios, a 38°C. según RTD.

Otra medida semejante se realizó el 5/6/60, obteniéndose estos resultados:

Indice de polarización: mayor de 3.

Corriente absorbida bajo 15 kV.c.c. después de 1 minuto: 120 microamperio a 40°C.

En vista de la constancia de las condiciones de aislación y de la baja temperatura de la máquina con 25 MW. (49°C. en junio), después de 2 meses de funcionamiento, se admi-

tió la posibilidad de hacer suministrar al alternador, en caso necesario, su carga nominal de 30 MW., manteniendo las demás condiciones de ejercicio indicadas anteriormente.

Una tercera medida de este tipo se realizó el 30 de julio de 1960 con los siguientes resultados:

Corriente absorbida bajo 15 kV.c.c. después de 1 minuto: 115 microamperios a 40°C.

Teniendo en cuenta que la última medida se realizó después que la máquina había suministrado durante varios días su plena carga de 30 MW. y que los resultados obtenidos concordaban con los de las pruebas anteriores, por lo que cabía deducir que la aislación mantenía sus características, se creyó oportuno eliminar la restricción impuesta de mantener el f. de p. = 1.

Las nuevas condiciones de ejercicio en régimen permanente fueron las siguientes:

Tensión máxima .... 13.8 kV.
Temperatura máxima por RTD . 65°C.

Prácticamente la máquina quedó, por lo tanto, librada al ejercicio normal.

Las medidas de índice de polarización y resistencia de aislación bajo 15 kV.c.c. durante 1 minuto, continuaron realizándose en forma periódica (cada 60 días aproximadamente) para vigilar el estado de la aislación, verificándose la constancia de sus condiciones eléctricas.

VI. — CONCLUSIONES

Simultáneamente con la realización de los trabajos detallados, se hicieron consideraciones de carácter teórico respecto al comportamiento de la aislación, así como sobre las características constructivas y de funcionamiento de la máquina recuperada.

En lo que antecede no figuran las consideraciones teóricas y los fundamentos de nuestra experiencia que condujeron a la realización de las diferentes etapas. Sólo se ha pretendido hacer una reseña objetiva de los hechos tal como acontecieron, sin entrar en el detalle técnico que restaría agilidad a este informe.

En resumen: los resultados obtenidos hasta el momento confirman que nuestras previsiones fueron lógicas y que los fundamentos en que se basaron fueron correctos.

Corresponde establecer que la energía generada desde el 26 de marzo de 1960 hasta mayo de 1961 alcanza a 200 millones de kWh., y que la máquina continúa en ejercicio normalmente.

Para terminar, agradecemos la confianza que se nos ha dispensado y la colaboración de quienes en una u otra forma han contribuído a la realización de este trabajo, estudiado, dirigido y ejecutado por el equipo técnico del Laboratorio.

Creemos de interés publicar el texto de una nota, que un grupo de técnicos de la U.T.E. ha dirigido al Ing. Juan Pedro Scaron en su carácter de Jefe de la ex-Sección Laboratorio, hoy Departamento de Ensayos, cuyo personal técnico superior tuvo la iniciativa en la feliz recuperación de la Unidad III de Rincón del Bonete.

Montevideo, 24 de marzo de 1961.

Señor Ingeniero Jefe del Departamento de Ensayos.
Ing. Juan Pedro Scaron.

De nuestra mayor consideración:

El 26 de marzo se cumple un año de la entrada en funcionamiento de la Turbina Nº 3 de la Usina Hidroeléctrica de Rincón del Bonete, recuperada para el servicio merced a su iniciativa y a la de sus colaboradores.

Queremos evocar este aniversario, porque él consagra una hazaña de los técnicos de ese Departamento y del Personal que con ellos cooperara, en la ex-Sección Laboratorio y en la Usina de Rincón del Bonete.

Mediante el estudio profundo de los obstáculos que se presentaban para el secado eficiente de los bobinados y la elaboración de métodos propios de tratamiento, Vds. lograron un éxito brillante en la turbina Nº 3, a pesar de la calificada opinión discorde de los fabricantes y del técnico extranjero consultado.

Durante un año dicha turbina ha funcionado a entera satisfacción. Demuestra haber superado por completo los inconvenientes que la tuvieron paralizada. Representa cuantiosas sumas ahorradas por el Ente y la posibilidad de tener almacenado un bobinado de reserva. Representa muchos millones de kWh entregados al consumo nacional. Para nosotros representa mucho más: en su primer aniversario de recuperación, queremos evocar la capacidad, la fe y el coraje de los hombres que hicieron posible su secado.

A través de estas líneas, deseamos hacerles llegar, de manera sincera y cordial, nuestra felicitación y nuestra gratitud.

Saludamos a Vd. muy atentamente,

José A. Carvallido, José E. Gil, Pedro Ponsetí, Juan Bentura Borgarelli, Otto Vicente, Julio C. Roig, Carlos R. Táboas, Adolfo Cardoso Pedralbes, Carlos A. Guarino, Félix Mila, Enrique Levrero Puig, Julio C. Scasso, Alcides Saizar, Julio Burlac, Jorge E. Gil, Alfonso Gaggero, Enrique Peláez, Roberto Medeyros, Walter Caticha Ellis, Luis M. Hipp, Juan J. Cicala, Samuel Radoscovich, Javier Ubillos, Arq. C. González Vanrell, V. Elbio Sacco, Manuel Sallés, Alberto Val, Enzo Frigerio, Franco Vázquez Praderi, Américo Hartmann, Marta Casabó, Augusto Hareau, Pedro A. Rein, Hugo Prieto, Raúl Giglio, Lea M. de Altier, Jaime Leiferman, Luis Bianchi, Ildefonso Barañano.